

УДК 621.791

Макаренко Н. А., Грановский Н. А., Богуцкий А. А., Куций А. М.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

В производственных условиях часто возникает потребность в наплавке слоев бронзы высоколегированных сталей и специальных сплавов на изделия из малоуглеродистых и низколегированных сталей, что позволяет экономить дорогостоящие материалы, снизить трудозатраты на изготовление ряда изделий, а также – восстанавливать изношенные детали. В то же время, постоянно растущая стоимость цветных металлов, высоколегированных сталей и сплавов повышает требования к техническому процессу наплавки (особенно к снижению расхода наплавочных материалов). Одним из резервов снижения расхода наплавочных материалов при MIG-наплавке является уменьшение потерь на разбрызгивание.

В ряде случаев, снижение потерь на разбрызгивание не только экономит наплавочные материалы, но и существенно улучшает качество наплавленного слоя (особенно при наплавке поверхностей отверстий, при которой брызги металла остаются внутри отверстия, неизбежно попадая в зону горения дуги, ухудшая качество наплавленного металла).

Снижение разбрызгивания возможно достигнуть при ведении процесса длинной дугой на токах выше критического, что обеспечивает струйный перенос металла [1, 2], однако, в этом случае, увеличивается глубина проплавления основного металла по оси наплавленного валика и он приобретает характерную форму «замочной скважины» [3]. Вследствие увеличения глубины проплавления в наплавленном металле увеличивается доля основного металла, что приводит к необходимости применения многослойной наплавки и, как следствие, к перерасходу наплавочных материалов, электроэнергии, увеличению времени наплавки.

Известно [1, 2], что увеличение глубины проплавления основного металла неизбежно приводит к увеличению остаточных напряжений и термических деформаций в изделии, в связи с чем целесообразно вести наплавку в импульсном режиме [4, 5], при этом струйный перенос достигается при токах дуги ниже критических и глубина проплавления основного металла значительно уменьшается.

Ранее для импульсных процессов сварки выпускались специальные генераторы импульсов и комплектные источники питания [5, 6], выпуск которых в настоящее время практически прекращен. В то же время, на рынке Украины и стран СНГ имеется ряд импульсно-дуговых полуавтоматов (например, фирмы «Фрониус»), которые могут быть применены для наплавки [7]. Однако, стоимость таких полуавтоматов достаточно высока, а применение их при автоматической наплавке нежелательно (из-за низких значений ПВ, что вполне допустимо для полуавтоматических режимов). В связи с этим актуальной задачей является создание источника питания для импульсно-дуговой наплавки плавящимся электродом в среде инертных газов (MIG) невысокого по стоимости и доступного в изготовлении на предприятиях, проводящих наплавочные работы.

Цель данной работы – создание высокоэффективного источника питания, предназначенного для MIG-наплавки в импульсно-дуговом режиме бронз, высоколегированных сталей и сплавов на сталь, учитывающего особенности их наплавки, что позволит не только получить высокое качество наплавленного металла, но и снизить расход наплавочных материалов, электроэнергии, повысить производительность процесса восстановления и изготовления изделий.

Поставленную цель наиболее эффективно возможно достигнуть при применении узлов стандартного сварочного оборудования. Так, на ряде заводов (в настоящее время) не используются многостовые сварочные источники питания ВКСМ и ВДМ, (необходимо отметить, что выпрямители ВДМ выпускаются промышленностью и в настоящее время, а их силовой трансформатор можно заказать на заводе-изготовителе).

В связи с этим считаем целесообразным проводить разработку источника питания на основе силового трансформатора выпрямителя ВКСМ-1001 (рис. 1), который собран по двойной кольцевой схеме, как и выпрямители ВДМ, вследствие чего на каждом из стержней

силового трансформатора имеются две вторичные полуобмотки, которые соединены последовательно на каждом из стержней. Обмотки соединены звездой, при этом средняя точка звезды является отрицательным выводом источника питания. Тиристоры VS1-VS3 имеют фазоимпульсное управление и обеспечивают базовый ток источника питания, а также используются для формирования ВАХ.

Тиристоры VS7-VS9 подсоединены к концам обмоток, благодаря чему питаются напряжением в 2 раза большим, чем тиристоры VS1-VS3, что позволяет использовать тиристоры VS7-VS9 для формирования импульсов тока, представляющих по форме часть синусоиды.

Фазоимпульсное управление данными тиристорами позволяет управлять длительностью импульсов. В цепь тиристоров VS7-VS9 включен шунт, выполненный из нихрома ($R_{ш2}$). Напряжение с шунта подается на RC-цепочку через диод VD и используется для контроля тока импульсов.

Источник имеет переключатель, позволяющий подключать к системе фазоимпульсного управления один, два или все три тиристора VS7-VS9 (таким образом, частота импульсов может быть ступенчато установлена (50, 100 и 150 Гц)).

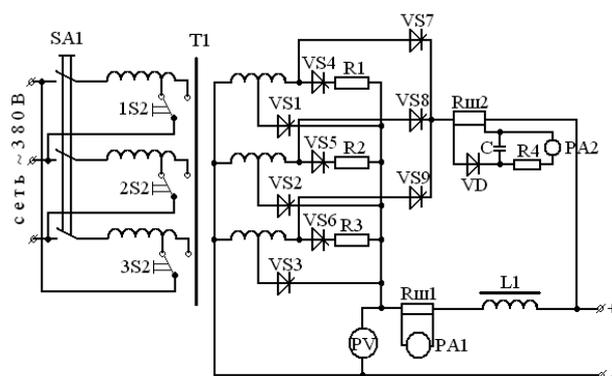


Рис. 1. Схема силовой части источника питания

Для сглаживания пульсаций базового тока применен дроссель L1 от выпрямителя BC-600. Тиристоры VS4-VS6 работают в ключевом режиме, при том же напряжении, что и тиристоры VS7-VS9. Ток через тиристоры VS4-VS6 ограничен балластными резисторами R1-R3. Тиристоры включаются токовым реле, включенным в сварочную цепь.

Случайное удлинение сварочной дуги в процессе наплавки может привести к тому, что напряжение, подаваемое на дуговой промежуток выпрямителем базового тока (тиристоры VS1-VS3), будет недостаточным для поддержания горения дуги, (в данном случае дуга гаснет, повторное возбуждение дуги происходит в момент касания электродной проволокой изделия).

В месте повторного возбуждения дуги часто наблюдаются дефекты – несплавления (как правило, серповидной формы). Дополнительный выпрямитель, собранный на тиристорах VS4-VS6 и резисторах R1-R3, имеет повышенное, по сравнению с рабочим, напряжение при крутопадающей ВАХ, вследствие чего, при случайном удлинении дуги, она продолжает гореть на небольшом (20...40 А) токе, определяемом величиной резисторов R1-R3, при этом скорость плавления электродной проволоки резко уменьшается, в то время как скорость подачи ее остается неизменной.

При уменьшении дугового промежутка процесс наплавки входит в нормальный рабочий режим без повторного поджига дуги касанием. Таким образом, стабилизация горения дуги позволяет резко снизить количество дефектов в наплавленном металле.

Переключатель напряжения S2 предусмотрен схемой выпрямителя ВКСМ-1001 и позволяет регулировать вторичное напряжение в небольших пределах. Так, при наплавке в среде аргона первичные обмотки силового трансформатора включаются полностью, что обеспечивает на выходе источника питания более низкое напряжение. При наплавке под слоем флюса переключателем S2 включаются отпайки первичных обмоток, при этом выходное напряжение источника питания повышается.

Необходимо отметить, что разработанный источник питания достаточно прост в изготовлении и может вполне быть рекомендован для изготовления в условиях небольших предприятий, ведущих наплавочные работы.

Источник питания TOP-600 (рис. 2) включает в себя также автономную систему охлаждения наплавочной горелки антифризом и блок управления наплавочной установкой, созданной на базе станка 1М64 и автоматической наплавочной головки А580М.

Станок и головка А580М были снабжены частично регулируемыми приводами на базе обычных асинхронных электродвигателей, что позволило плавно изменять скорости наплавки и подачи проволоки.

Для наплавки внутренних поверхностей отверстий разработана и изготовлена газоэлектрическая горелка, позволяющая наплавлять внутреннюю поверхность отверстий диаметром от 60 мм и более на глубину до 650 мм. Установка внедрена на ОАО «Старокраматорский машиностроительный завод» в 2009 г. и показала высокие эксплуатационные характеристики.

Разработанная установка позволяет вести наплавочные работы в среде защитных газов и под слоем флюса. Во всех случаях наплавки применяется источник питания TOP-600.

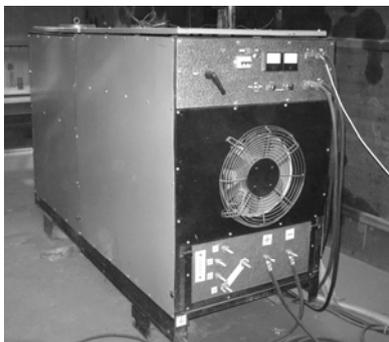


Рис. 2. Источник питания TOP-600

ВЫВОДЫ

1. Промышленные испытания показали, что с целью повышения качества MIG-наплавки целесообразно применение импульсно-дугового процесса.

2. Установлено, что стабилизатор горения сварочной дуги позволяет резко снизить количество дефектов в наплавленном металле.

3. Разработан источник питания для MIG-наплавки в импульсно-дуговом режиме, имеющий стабилизатор горения дуги и доступный для воспроизводства на предприятиях, применяющих наплавку.

4. Внедрение источника питания TOP-600 доказало, что он также позволяет вести наплавку в среде углекислого газа, смесях углекислого газа и аргона, под слоем флюса, обеспечивает высокое качество наплавленного металла, экономию энергоресурсов и наплавочных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга / Г. И. Лесков. – М. : Машиностроение, 1970. – 335 с.
2. Ленивкин В. А. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах / В. А. Ленивкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.
3. Сварка в машиностроении. Справочник. Т. 1 / Под ред. Н. А. Ольшанского. – М. : Машиностроение, 1978. – 504 с.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974 – 768 с.
5. Прох Л. Ц. Справочник по сварочному оборудованию / Л. Ц. Прох, Б. М. Шпаков, Н. М. Яворская. – К. : Техника, 1983. – 207 с.
6. Дюржеров Н. Г. Оборудование для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом / Н. Г. Дюржеров, Х. Н. Сагиров, В. А. Ленивкин. – М. : Машиностроение, 1999. – 250 с.